

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2000年 5月18日

出 願 番 号

Application Number: 特願2000-146314

出 願 人

Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

2001年 4月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3032610

【書類名】 特許願

【整理番号】 99A58

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 番地 東京エレクト
 ロン九州株式会社 熊本事業所内

 【氏名】 飽本 正己

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式
 会社内

 【氏名】 出口 洋一

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100104215

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大森 純一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 069085

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9809566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 成膜装置及び成膜方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 洗浄された基板を減圧乾燥する乾燥室と、
前記基板上に減圧状態下での C V D 法により成膜する成膜室と、
前記乾燥室から前記成膜室へ前記基板を減圧状態下で搬送する搬送路と
を具備することを特徴とする成膜装置。

【請求項 2】 基板を洗浄する洗浄処理室を更に具備し、
該洗浄処理室にて洗浄された基板は、前記乾燥室にて減圧乾燥されることを特徴とする請求項 1 記載の成膜装置。

【請求項 3】 基板を研磨処理する研磨処理室を更に具備し、
該研磨処理室にて処理された基板は、前記洗浄室にて洗浄処理されることを特徴とする請求項 2 記載の成膜装置。

【請求項 4】 前記基板には、酸化されやすい膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の成膜装置。

【請求項 5】 表面に凹部を有する絶縁膜が形成された基板上に、前記凹部を埋めるように導電性膜を形成する導電性膜形成室を更に具備し、
前記導電性膜形成室にて導電性膜が形成された基板は、前記研磨処理室で、前記凹部を除く前記絶縁膜の表面に形成された前記導電性膜が研磨されることを特徴とする請求項 3 記載の成膜装置。

【請求項 6】 前記導電性膜は銅からなることを特徴とする請求項 5 記載の成膜装置。

【請求項 7】 前記乾燥室内は、不活性ガス雰囲気であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の成膜装置。

【請求項 8】 前記乾燥室は複数設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の成膜装置。

【請求項 9】 洗浄された基板を減圧乾燥する工程と、
前記減圧乾燥後、減圧状態下を保持した状態で前記基板を搬送する工程と、
前記搬送後、前記基板上に減圧状態下での C V D 法により成膜する工程と

を具備することを特徴とする成膜方法。

【請求項 1 0】 前記基板には、酸化されやすい膜が形成されていることを特徴とする請求項 9 記載の成膜方法。

【請求項 1 1】 前記酸化されやすい膜は銅であることを特徴とする請求項 1 0 記載の成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、酸化されやすい膜上に絶縁膜を形成する成膜装置及び成膜方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

超 L S I の高集積化に伴い、半導体ウェハ（以下、単に「ウェハ」と呼ぶ。）上に形成される配線の微細化および層間絶縁膜の平坦化は重要である。配線の微細化および層間絶縁膜の平坦化を実現する技術としては、ダマシン法と称される配線技術が知られている。

【 0 0 0 3 】

ダマシン法では、層間絶縁膜に所定の溝を予め形成し、スパッタ法や C V D 法により溝内部に A l や C u 等の導電性の配線材料を埋めこみ、C M P (chemical mechanical polishing) 技術などにより溝外に堆積した配線材料を除去することにより配線を形成する。C M P 処理後、洗浄及び乾燥工程を経て、配線材料の酸化を防止するため C V D 法により窒化シリコンなどの絶縁膜が更に形成される。この C V D 法による絶縁膜形成では、配線材料の自然酸化膜の成長を抑制するため、C V D 処理室にウェハを搬入する前に、真空または N₂ などの不活性ガス雰囲気下のロードロック室にウェハを待機させている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、C M P 処理から絶縁膜を形成するまでの製造工程中、例えば洗浄後の乾燥工程などでは、配線材料が大気中にさらされ、配線材料が酸化されや

すいという不具合が生じていた。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、例えばダマシン工程を用いて絶縁膜中に導電層を製造する方法において、導電性材料の酸化を極力防止することができる成膜装置及び成膜方法を提供するものであり、酸化されやすい膜上にCVD法を用いて成膜する成膜装置及び成膜方法において、酸化されやすい膜の酸化を極力防止することを目的としている。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため、本発明の成膜装置は、洗浄された基板を減圧乾燥する乾燥室と、前記基板上にCVD法により成膜する成膜室と、前記乾燥室から前記成膜室へ前記基板を減圧状態下で搬送する搬送路とを具備することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の成膜方法は、洗浄された基板を減圧乾燥する工程と、前記減圧乾燥後、減圧状態下を保持した状態で前記基板を搬送する工程と、前記搬送後、前記基板上にCVD法により成膜する工程とを具備することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明のこのような構成によれば、乾燥工程を減圧下で行い、減圧状態を維持した状態で成膜室に基板を搬送することにより、例えば銅の様に酸化されやすい膜が基板上に形成されている場合、酸化されやすい膜の自然酸化を確実に抑制することができる。

【 0 0 0 9 】

ここで、乾燥室にて処理された基板が大気中にさらされた後、減圧処理室を通じて成膜室に搬入される装置構造の場合と本発明とを比較する。前者の場合、減圧処理室内を大気圧の状態から減圧する必要があった。しかしながら、本発明においては、このような乾燥室から成膜室までの基板の搬送路において、大気圧の状態から減圧するという必要がないので、エネルギー効率が非常に良い。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0011】

本実施系形態は、デュアルダマシン工程を経て製造される図6に示す構造の半導体素子の製造方法を例にあげて説明する。図6に示すように、本実施形態における半導体素子200は、基板としての半導体ウェハW（以下ウェハW）上に下層配線201が配置され、この下層配線201上には、第1有機絶縁膜202a、第1無機絶縁膜203a、第1有機絶縁膜204a、第2無機絶縁膜205aとの積層膜からなる層間絶縁膜が形成されている。層間絶縁膜には、導電材料としての例えば銅からなる配線207bと、下層配線201と配線207bとを接続するための銅からなる接続プラグ207aとが形成されている。層間絶縁膜と、配線207b及び接続プラグ207aとの間には、銅が層間絶縁膜中に拡散することを防止するために、側壁保護膜206として例えばチタンナイトライドが形成されている。更に、配線の自然酸化を防止するために表面には窒化珪素膜209が形成されている。

【0012】

有機絶縁膜202a及び204aには、誘電率が3以下の低誘電率特性の有機絶縁膜を用いることができ、例えばPAE-2（shumacher社製）、HSG-R7（Hitachi Chemical社製）、FLARE（Applied Signal社製）、BCB（Dow Chemical社製）、SILK（Dow Chemical社製）、Speed Film（W. L. Gore社製）などの有機ポリマーを用いることができる。本実施形態においては、SILK（ダウケミカル社製）を用いた。また、本実施形態においては、無機絶縁膜203aには窒化珪素膜、無機絶縁膜205aには酸化ケイ素膜を用いたが、これら材料に限定されるものではなく、例えば無機SOG膜を用いても良い。無機絶縁膜205aとしては、デュアルダマシン工程におけるCMP処理に対し、強度が足りれば良い。

【0013】

次に、上述の半導体素子の銅形成工程から窒化珪素膜形成工程までの製造工程

で用いられる成膜装置について、図 1、図 2 及び図 7 を用いて説明する。図 1 は成膜装置の平面図であり、図 2 は成膜装置の一部を構成する減圧乾燥室の斜視図である。図 7 は、成膜装置の一部を構成する C V D 装置の斜視図である。

【 0 0 1 4 】

成膜装置 1 は、例えば 2 5 枚のウェハ W をカセット単位で外部から成膜装置 1 に対して搬入出したり、カセット C に対してウェハ W を搬入出するためのカセットステーション 2 と、ウェハ W に対して所定の処理を施す処理ステーション 3 とを一体に接続した構成を有している。

【 0 0 1 5 】

カセットステーション 2 では、カセット載置台 1 0 上の位置決め突起 1 0 a の位置に、複数個のカセット C R がウェハ W の出入口を処理ステーション 3 側に向けて X 方向（図 1 中の上下方向）に沿って一列に載置自在である。そして、このカセット C の配列方向（X 方向）及びカセット C R に収容されたウェハ W の配列方向（Z 方向；垂直方向）に移動可能な第 1 ウェハ搬送体 1 1 が搬送路 1 2 に沿って移動自在であり、各カセット C R に対して選択的にアクセスできるようになっている。

【 0 0 1 6 】

このウェハ搬送体 1 1 は θ 方向にも回転自在に構成されており、後述する処理ステーション 3 の第 2 搬送体 8 1 との間でのウェハを受け渡すためのウェハ待機部 9 0 や、後述する処理ステーション 3 の待機室 5 0 に対してアクセスできるように構成されている。

【 0 0 1 7 】

処理ステーション 3 には、ウェハ待機部 9 0 と、銅形成処理室 2 0 と、CMP 処理室 3 0 と、洗浄処理室 1 2 0 と、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c と、第 2 搬送体 8 1 と、成膜室としての C V D 装置 6 0 及び 7 0 と、待機室 5 0 と、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c から C V D 室 6 0 及び 7 0 へのウェハ W の搬送路に位置するロードロック室 1 0 0 が配置されている。

【 0 0 1 8 】

ウェハ待機部 9 0、銅形成処理室 2 0、CMP 処理室 3 0、洗浄処理室 1 2 0

、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c は、それぞれ第 2 搬送体 8 1 に沿って第 2 搬送体 8 1 にアクセス可能に設置されている。第 2 搬送体 8 1 は、Y 方向及び Z 方向（垂直方向）に移動可能であり、搬送路 8 2 に沿って移動自在となっている。

【 0 0 1 9 】

また、CVD 装置 6 0 及び 7 0、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c、待機室 5 0 は、ロードロック室 1 0 0 を取り囲むように配置され、それぞれの室間は減圧状態が維持されるように、気密可能となる昇降可能なゲートバルブ 1 1 1 ~ 1 1 4 が設けられている。更に、第 2 搬送体 8 1 と減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c との間、ロードロック室 1 0 0 と待機室 5 0 との間にもそれぞれ昇降可能なゲートバルブ 1 1 0、1 1 5 が設けられている。ロードロック室 1 0 0 には、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c と CVD 装置 6 0 及び 7 0 との間でのウェハの搬送や CVD 装置 6 0 及び 7 0 と待機室 5 0 との間でのウェハの搬送を行う第 3 搬送体 1 0 0 が設置されている。

【 0 0 2 0 】

ウェハ待機部 9 0 には 4 本の支持ピン 9 1 が配置されており、第 1 搬送体 1 1 から受け渡されたウェハ W は支持ピン 9 1 により保持される。また、支持ピン 9 1 により保持されるウェハ W は、第 2 搬送体 8 1 により取り出される。

【 0 0 2 1 】

銅形成処理室 2 0 は、成膜装置 1 外からカセットステーション 2 を介して、第 1 搬送体 1 1 及び第 2 搬送体 8 1 により搬入されたウェハ W がはじめに搬入される処理室である。銅形成処理室 2 0 は開口部 2 1 を有し、この開口部 2 1 を介してウェハ W の搬入出が行われ、銅形成処理室 2 0 内で処理が行われている際には昇降可能なゲートシャッタ 1 3 1 により開口部 2 1 は閉じられた状態となっている。銅形成処理室 2 0 の室底の中央部に環状のカップ C P が配設され、その内側にスピンチャックが配置されている。スピンチャックは真空吸着によってウェハ W を固定保持した状態で、駆動モータの回転駆動力で回転するように構成されている。駆動モータはシリンダーによって昇降移動可能に配置され、これによりスピンチャックが昇降可能とされている。更に、銅形成処理室 2 0 には、ウェハ W のウェハ表面に銅材料を供給するための溶液供給ノズルが設けられている。銅膜

形成は、ウェハWを回転させた状態で表面に銅材料を供給することにより行われる。

【 0 0 2 2 】

CMP処理室30では、銅形成処理室20にて銅膜が形成されたウェハWの表面がCMP (Chemical Mechanical Polishing)処理される。CMP処理室30は開口部31を有し、この開口部31を介してウェハWの搬入出が行われ、CMP処理室30内で処理が行われている際には昇降可能なゲートシャッタ132により開口部31は閉じられた状態となっている。CMP処理室30には、ウェハWを載置する平板と、この平板に載置されたウェハWの表面に対して研磨布を押し付けて回転する研磨布が取り付けられた回転可能な大口径平板とが設置されている。CMP処理では、ウェハW表面を研磨布に一定圧力で押しつけ、スラリーと呼ばれるpHを制御したアルミナなどの砥粒を含む化学的な研磨剤でウェハW表面が研磨される。

【 0 0 2 3 】

洗浄処理室120では、CMP処理されたウェハWを洗浄し、スラリー及び研磨された銅などを除去する処理が行われる。洗浄処理室120は開口部121を有し、この開口部121を介してウェハWの搬入出が行われ、洗浄処理室120内で処理が行われている際には昇降可能なゲートシャッタ133により開口部121は閉じられた状態となっている。洗浄処理室120の室底の中央部に環状のカップCPが配設され、その内側にスピンチャックが配置されている。スピンチャックは真空吸着によってウェハWを固定保持した状態で、駆動モータの回転駆動力で回転するように構成されている。駆動モータはシリンダーによって昇降移動可能に配置され、これによりスピンチャックが昇降可能とされている。更に、洗浄処理室120には、ウェハWのウェハ表面に洗浄液、ここでは例えば純水を供給するための溶液供給ノズルが設けられている。ウェハWの洗浄は、ウェハWを回転させた状態で表面に洗浄液を供給することにより行われる。

【 0 0 2 4 】

減圧乾燥室40a～40cは、洗浄工程を経たウェハWを乾燥する処理室であり、図2に示すように積み重ねられている。各減圧乾燥室40a～40cには

、ウェハWを載置する載置板37と、載置板37を貫通し昇降可能な4本の支持ピン38とが設けられている。支持ピン38は、上昇して載置板37から突出した状態で第2搬送体81からウェハWをうけとる。そして、支持ピン38は、ウェハWを支持した状態で、下降し載置板37に埋没することによって、載置板37上にウェハWを載置する。各減圧乾燥室40a～40cには、それぞれ第2搬送体81にアクセス可能な開口部41a～41c、ロードロック室100内の第3搬送体46にアクセス可能な開口部42a～42cが設けられている。ゲートバルブ110の上昇により、開口部41a～41cを介して第2搬送体81と減圧乾燥室40a～40cとの間のウェハWの受け渡しが可能となり、ゲートバルブ110の下降により減圧乾燥室40a～40cは密閉される。また、ゲートバルブ111の上昇により、開口部42a～42cを介して減圧乾燥室40a～40cとロードロック室100との間のウェハWの受け渡しが可能となり、ゲートバルブ111の下降により減圧乾燥室40a～40c内は密閉される。減圧乾燥室40aの上部には上部空隙室39、減圧乾燥室40cの下部には下部空隙室43が設けられている。各空隙室及び各減圧乾燥室は、隣り合う上部空隙室39と減圧乾燥室40aとの間、隣り合う減圧乾燥室との間、隣り合う減圧乾燥室40cと下部空隙部43との間にそれぞれ設けられた孔37、47、48、49によって空間がつながった状態となっている。そして、この空間内は下部空隙室43に設けられた排気管45により常に排気され、更に上部空隙室39に設けられた供給管44から不活性ガス、例えば N_2 ガスが常に供給される。これにより、各減圧乾燥室40a～40cは、0.2kPa、 N_2 ガス雰囲気下に保持される。また、減圧乾燥室40a～40cの室温は例えば23℃に保持されている。

【0025】

ロードロック室100は、減圧乾燥室40a～40cからCVD装置60及び70までのウェハWの搬送路に位置しており、排気可能に構成されて室内は減圧状態に保持されている。ロードロック室100内には、第3搬送体46が設けられている。第3搬送体46は、多関節アームタイプであり、ベース46aと、中間アーム46bと、先端に設けられた基板支持アーム46cとを有しており、これらの接続部分は旋回可能になっている。この第3搬送体46は、減圧乾燥室4

0 a ~ 4 0 c、CVD装置 6 0 及び 7 0、待機室 5 0 との間でウェハ W の受け渡しを行う。ロードロック室 1 0 0 は、常に 6 6 . 5 ~ 2 6 6 P a の減圧下に保持され、室内には N_2 ガスが供給されている。減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c 内は減圧状態となっているため、減圧乾燥室 4 0 a ~ 4 0 c からウェハ W を受け取る場合、減圧破壊は生じず、ロードロック室 1 0 0 内は減圧状態に保たれる。また、後述する CVD装置 6 0 及び 7 0 では、本実施形態においてはプラズマ CVD装置が用いられ、CVD装置 6 0 及び 7 0 内も減圧状態に保持され、CVD装置 6 0 及び 7 0 内へのウェハ W の搬入出の場合、減圧破壊は生じず、ロードロック室 1 0 0 内は減圧状態に保たれる。更に、後述する待機室 5 0 は室内を減圧可能に設定でき、待機室 5 0 へウェハ W を搬出する場合、待機室 5 0 を減圧状態とすることにより、減圧破壊は生じず、ロードロック室 1 0 0 内は減圧状態に保たれる。

【 0 0 2 6 】

CVD装置 6 0 及び 7 0 には、それぞれ平行平板型プラズマ CVD装置が用いられ、同様の構造を有している。CVD装置 6 0 は、図 7 に示すように、真空チャンバ 1 6 1 と、ウェハ W が載置されヒータ 1 6 2 が組み込まれた下部平板電極 6 2 と下部平板電極 6 2 と対向配置された上部平板電極 1 6 3 と、真空チャンバ 1 6 1 の下部付近に設けられ真空チャンバ 1 6 1 内を排気する排気管 1 6 6 と、真空チャンバ 1 6 1 の天井部に設けられた真空チャンバ 1 6 1 内に成膜ガスを供給する供給管 1 6 5 とから構成される。図 1 に示すように、下部平板電極 6 2 には、3 本の支持ピン 6 3 が昇降可能に貫通している。支持ピン 6 3 は、上昇により下部平板電極 6 2 から突出して第 3 搬送体から搬入されたウェハ W を下部平板電極 6 2 から離間して保持する。また、下降により支持ピン 6 3 は下部平板電極 6 2 に埋没し、ウェハ W を下部平板電極 6 2 上に載置する。真空チャンバ 1 6 1 は開口部 6 1 を有し、ゲートバルブ 1 1 2 の上昇により開口部 6 1 を介してロードロック室 1 0 0 と CVD装置 6 0 との間でのウェハ W の搬入出が行われ、ゲートバルブ 1 1 2 の下降により開口部 6 1 は閉じられて CVD装置 6 0 内は密閉状態となる。本実施形態においては、窒化珪素膜の成膜は 1 3 . 3 ~ 1 3 3 0 P a の減圧下で行われ、成膜ガスとしては例えば $SiH_2Cl_2 - NH_3$ が用いられている。

【 0 0 2 7 】

待機室 5 0 は、C V D 装置 6 0 及び 7 0 にて成膜処理されたウェハ W が第 3 搬送体により一旦運び込まれる場所である。待機室 5 0 には、ウェハ W を載置する載置台 5 4 と、載置台 5 4 を貫通する 4 本の昇降可能な支持ピン 5 3 と、待機室 5 0 内を排気し減圧する排気管と、排気により減圧状態下となった待機室 5 0 内を大気圧に戻すための開閉可能なバルブとが設けられている。待機室 5 0 内は、ロードロック室 1 0 0 からウェハ W が搬入される場合には、減圧状態に設定され、ロードロック室 1 0 0 から第 1 搬送体 1 1 により搬出される場合には、大気雰囲気中に設定される。待機室 5 0 は開口部 5 2 及び 5 1 を有し、ゲートバルブ 1 1 4 の上昇により開口部 5 0 を介してロードロック室 1 0 0 と待機室 5 0 との間でのウェハ W の搬入出が行われ、ゲートバルブ 1 1 5 の上昇により開口部 5 1 を介して待機室 5 0 と第 1 搬送体 1 1 との間でのウェハ W の搬入出が行われる。

【 0 0 2 8 】

次に上述した構成を有する成膜装置を用いた、半導体素子の製造方法について、図 3 ～図 6 を用いて説明する。図 3 は、デュアルダマシン工程を経て製造される半導体素子の製造プロセスを説明する図であり、図 4 ～図 6 は、図 3 で説明した各製造プロセス工程における半導体素子の断面図を示すものである。

【 0 0 2 9 】

まず、図 4 (a) に示すように、ウェハ W 上に SiO_2 からなる下層配線 2 0 1 を形成する(ステップ 1)。

【 0 0 3 0 】

次に、図 4 (b) に示すように、ウェハ W を 2 3 ° C 前後に冷却処理した後、下層配線 2 0 1 を覆うようにウェハ W 上に、例えば 2 0 0 n m ～ 5 0 0 n m 前後、より好ましくは 3 0 0 n m 程度の厚さの有機絶縁膜材料をスピコートにより塗布し、第 1 有機絶縁膜 2 0 2 を形成する(ステップ 2)。ここでは、有機絶縁膜材料としては、S I L K を用いた。

【 0 0 3 1 】

第 1 有機絶縁膜塗布後、ウェハ W を例えば 1 5 0 ° C 前後 6 0 秒間程度低温加熱処理する。次に、低温加熱処理後、低酸素化雰囲気中において、例えばウェハ W

を 2 0 0 ℃ 前後 6 0 秒間程度高温加熱処理する。更に、ウェハ W を、低酸素化雰囲気中、例えば 1 0 0 p p m の酸素雰囲気中において、3 5 0 ℃ 前後 6 0 秒間程度高温加熱処理する。更に、低酸素雰囲気中において、ウェハ W を 4 5 0 ℃ 前後 6 0 秒間程度高温加熱処理し、その後 2 3 ℃ 前後で冷却処理する。

【 0 0 3 2 】

冷却処理されたウェハ W 上には、図 4 (c) に示すように、第 1 有機絶縁膜 2 0 2 を覆って、3 0 0 n m ~ 1 1 0 0 n m 程度、より好ましくは 7 0 0 n m 程度の厚さの無機絶縁膜材料を塗布して第 1 無機絶縁膜 2 0 3 を形成する (ステップ 3) 。ここでは、無機絶縁膜材料としては、N a n o g l a s s を用いた。

【 0 0 3 3 】

第 1 無機絶縁膜形成後、ウェハ W はエージング処理装置内に搬入され、同装置内に (N H ₃ + H ₂ O) ガスが導入されることによりエージング処理され、ウェハ W 上の無機絶縁膜材料はゲル化される。

【 0 0 3 4 】

エージング処理されたウェハ W は、ウェハ W 上にエクスチェンジ用薬液が供給され、ウェハ上に塗布された絶縁膜中の溶媒を他の溶媒に置き換える処理が行われる。この後、ウェハ W を、例えば 1 7 5 ℃ 前後 6 0 秒間程度低温加熱処理する。

【 0 0 3 5 】

低温加熱処理されたウェハ W は、低酸素化雰囲気中において、例えば 3 1 0 ℃ 前後 6 0 秒間程度高温加熱処理され、更に、低酸素雰囲気中において例えば 4 5 0 ℃ 前後 6 0 秒間程度高温加熱処理される。その後、ウェハ W は 2 3 ℃ 前後で冷却処理される。

【 0 0 3 6 】

冷却処理されたウェハ W 上には、図 4 (d) に示すように、例えば 2 0 0 n m ~ 5 0 0 n m 前後、より好ましくは 3 0 0 n m 程度の厚さの有機絶縁膜材料がスピコートにより塗布され、第 2 有機絶縁膜 2 0 4 が形成される (ステップ 4) 。ここでは、有機絶縁膜材料としては、S I L K を用いた。

【 0 0 3 7 】

第2有機絶縁膜塗布後、ウェハWを例えばウェハWを150℃前後60秒間程度低温加熱処理する。次に、低温加熱処理後、低酸素化雰囲気中において、例えばウェハWを200℃前後60秒間程度高温加熱処理する。更に、ウェハWを、低酸素化雰囲気中、例えば100ppmの酸素雰囲気中において、350℃前後60秒間程度高温加熱処理する。更に、低酸素雰囲気中において、ウェハWを450℃前後60秒間程度高温加熱処理し、その後23℃前後で冷却処理する。

【0038】

冷却処理されたウェハW上には、図4(e)に示すように、第2有機絶縁膜204を覆って、300nm～1100nm程度、より好ましくは700nm程度の厚さの無機絶縁膜材料を塗布して第1無機絶縁膜205を形成する(ステップ5)。ここでは、無機絶縁膜材料としては、Nanoglassを用いた。

【0039】

第2無機絶縁膜形成後、ウェハWはエージング処理装置内に搬入され、同装置内に($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$)ガスが導入されることによりエージング処理され、ウェハW上の無機絶縁膜材料はゲル化される。

【0040】

エージング処理されたウェハWは、ウェハW上にエクスチェンジ用薬液が供給され、ウェハ上に塗布された絶縁膜中の溶媒を他の溶媒に置き換える処理が行われる。この後、ウェハWを、例えば175℃前後60秒間程度低温加熱処理する。

【0041】

低温加熱処理されたウェハWは、低酸素化雰囲気中において、例えば310℃前後60秒間程度高温加熱処理され、更に、低酸素雰囲気中において例えば450℃前後60秒間程度高温加熱処理される。その後、ウェハWは23℃前後で冷却処理される。

【0042】

冷却処理されたウェハWは、第2有機絶縁膜204上にレジスト膜が形成される。レジスト膜としては、例えばアセタール系レジストを用いることができる。レジスト膜形成後、加熱、冷却処理を施し、露光装置にて所定の露光処理を施す。

。露光装置でパターンが露光されたウェハWは、加熱、冷却処理される。その後、現像処理を施すことにより、所定の形状のレジストパターンが形成される。ここでは、現像処理液としては、TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシサイド）を用いた。

【0043】

かかる現像処理が終了したウェハWは、加熱、冷却処理が施される。その後、エッチング装置により、レジストパターンをマスクとしてドライエッチング処理により、図5（a）に示すように、第2有機絶縁膜204、第2無機絶縁膜205をエッチングする。これにより、配線に相当する凹部210が形成された第2有機絶縁膜パターン204a及び第2無機絶縁膜パターン205aを形成することができる（ステップ6）。ここでは、例えば CF_4 ガスを用いてエッチング処理を行った。エッチング処理後、レジストパターンは剥離される。

【0044】

更に、同様にレジストパターン形成工程を経て、このレジストパターンをマスクとして、第1有機絶縁膜202、第1無機絶縁膜203をエッチングすることにより、図5（b）に示すように、接続プラグに相当する凹部211が形成された第1有機絶縁膜パターン202a及び第1無機絶縁膜パターン203aを形成する（ステップ7）。

【0045】

その後、プラズマCVD装置により、図5（c）に示すように、配線に相当する凹部210及び接続プラグに相当する凹部211の内部の側壁に、銅拡散防止のための側壁保護用のチタンナイトライド（TiN）206を形成する。側壁保護用の膜としては、TiNのほかにTi、TiW、Ta、Ta₂N₅、WSiNなどを用いることができる。（ステップ8）。

【0046】

以降の製造工程は上述の成膜装置1を用いて処理され、必要に応じて図1、図2及び図7を用いて成膜装置1の動作もあわせて説明する。

【0047】

側壁保護用膜層206まで形成されたウェハWは、カセット載置台10上に載

置されたカセットCに収容される。カセット載置台10において、処理前のウェハWは例えばウェハカセットCR1からウェハ搬送体11を介して処理ステーション3側のウェハ待機部90へ搬送され、支持ピン91により保持される。ウェハ待機部90に保持されたウェハWは、ウェハ搬送体81により開口部21を介して銅形成処理室20内へ搬送される。

【0048】

処理室内に搬送されたウェハWは、カップCP内に配設されたスピンチャックにより真空吸着により固定保持される。ウェハWを駆動モータにより回転させながら、ウェハWの中心部に銅材料を供給することにより、ウェハ表面上に銅材料が広げられる。これにより、図5(d)に示すようにウェハW上に銅膜207が形成され、配線用凹部210及び接続プラグ用凹部211に銅が埋め込まれる(ステップ9)。

【0049】

銅膜が形成されたウェハWは、第2搬送体81により銅形成処理室20から取り出され、CMP処理室30内へ開口部31を介して搬送される。CMP処理室30内でウェハWは平板に載置される。そして、研磨布が取り付けられた大口径平板を、ウェハW表面に研磨布が接するように配置し、一定圧力で押しつけて、スラリーと呼ばれるpHを制御したアルミナなどの砥粒を含む化学的な研磨剤でウェハW表面を研磨する。これにより、図5(e)に示すように、配線用凹部210及び接続用プラグ凹部に対応しない第2無機絶縁膜205a表面部分の銅は研磨さ、配線用凹部210及び接続プラグ用凹部211の内部にのみ銅が残り、配線207b及び接続プラグ207aが形成される(ステップ10)。

【0050】

CMP処理されたウェハWは、第2搬送体81によりCMP処理室30から取り出され、洗浄処理室120内へ開口部121を介して搬送される。洗浄処理室120内へ搬送されたウェハWは、カップCP内に配設されたスピンチャックにより真空吸着により固定保持される。ウェハWを駆動モータにより回転させながら、ウェハWの直径に沿って洗浄液を供給しつつ溶液供給ノズルを移動して、ウェハ表面上に洗浄液を供給する。これにより、スラリー及び研磨された銅などが

ウェハWから除去される。洗浄後、溶液供給ノズルからの洗浄液の供給を停止した状態で、ウェハWを回転させ、水きりを行う。本実施形態においては、同成膜装置内に、CMP処理室と洗浄処理室とが配置されているため、CMP処理室から洗浄処理室へのウェハWの搬送を速やかに行うことができるので、CMP処理で生じたごみなどが固化する前にごみを洗浄、除去することができる。これにより、ごみなどの付着がない良品の半導体素子が製造される。

【 0 0 5 1 】

洗浄処理されたウェハWは、第2搬送体81により洗浄処理室120から取り出され、減圧乾燥室40a～40cのいずれか、例えばここでは減圧乾燥室40aに、開口部41aを介して搬送される。減圧乾燥室40a内で、ウェハWは載置板37上に載置された後、ゲートバルブ110が下降し、減圧乾燥室内が密閉され、室内は排気管45からの排気により0.2kPaの減圧状態となる。尚、第2搬送体81は大気中に配置されているため、ウェハWを減圧乾燥室内へ搬入する際、減圧乾燥室内は大気にさらされることとなる。しかし、減圧乾燥室内は、常に排気管45より排気され、更に供給管44からN₂ガスが常に供給されるため、ゲートバルブ110の下降により、減圧乾燥室内はすぐに所望の減圧状態にもどり、また所望のN₂ガス雰囲気となる。減圧乾燥室40a内で、減圧下でウェハWを少なくとも40～120秒間配置することにより洗浄後の乾燥が行われる。また、ここで、減圧乾燥室内を減圧し、不活性ガス雰囲気とすることにより、減圧乾燥室内は低酸素濃度状態となり、銅の自然酸化を抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

減圧乾燥室40a内で減圧乾燥されたウェハWは、ゲートバルブ111の上昇により生じた開口部42a及び開口部101を介して、ロードロック室100内の第3搬送体46によりロードロック室100内へ搬入される。ゲートバルブ111の上昇時、ゲートバルブ110、112、113、114は下降し、それぞれ対応する開口部はゲートバルブにより閉じられた状態となっている。ロードロック室100内は、66.5～266Paの減圧状態に常に保たれており、減圧乾燥室40aからロードロック室100へのウェハの搬送は減圧状態下で行われ

る。ウェハWがロードロック室100へ搬入されると、ゲートバルブ111は下降し、開口部101は閉じられる。ロードロック室100内は、減圧され、不活性ガス雰囲気となっているため、ロードロック室100内は、低酸素濃度となり、銅の自然酸化を抑制することができる。

【0053】

その後、ウェハWは、CVD装置60または70のいずれかの装置、ここでは例えばCVD装置60内へ搬入される。CVD装置60内への搬入は、ゲートバルブ112の上昇により生じた開口部104及び開口部61を介して行われる。CVD装置60内へ搬入されたウェハWは下部平板電極62に配置され、ゲートバルブ112は下降し、開口部112は閉じられる。CVD装置60内には、13.3～1330Paの減圧状態で、供給管165から成膜ガスとして $\text{SiH}_2\text{Cl}_2\text{—NH}_3$ が供給される。そして、対向配置された上部平板電極163と下部平板電極62との間に高周波電力を印加し、成膜ガスのプラズマを発生させて、図6に示すようにウェハW上に50～150nmの厚さの窒化珪素（SiN）膜209を成膜する（ステップ12）。これにより半導体素子200が形成される。窒化珪素成膜後、ゲートバルブ112は上昇し、開口部61及び104を介してウェハ搬送体46によりウェハWは取り出され、ロードロック室100内に保持される。その後、ゲートバルブ112は下降し、開口部104は閉じられる。

【0054】

ロードロック室100内に保持されたウェハWは、ゲートバルブ114が上昇して生じた開口部103及び52を介して待機部50へ搬送される。この際、待機部50の開口部51はゲートバルブ115の下降により閉じられた状態となっており、予め待機部50内は減圧状態となっており、バルブは閉じられている。

【0055】

待機部50へ搬送された後、ゲートバルブ114は下降し、開口部52は閉じられた状態となる。待機部50にてウェハWは載置台54上に載置され、開口部52及び51が閉じた状態でバルブが開放されることにより、待機部50内は大気圧状態となる。そして、大気圧状態となった時点で、ゲートバルブ114が上

昇して生じる開口部 5 1 を介して、ウェハ W は第 1 搬送体 1 1 により取り出される。取り出されたウェハ W は、カセットステーション 2 のカセット載置台 1 0 に配置された回収用カセット C R 2 に収納される。

【 0 0 5 6 】

このように本実施形態の成膜装置 1 及び成膜方法では、洗浄後の乾燥工程を行う乾燥室内を減圧し、不活性ガス雰囲気とすることにより、減圧乾燥室内は低酸素濃度状態となり、銅の自然酸化を抑制することができ、高品質の半導体素子を得ることができる。

【 0 0 5 7 】

また、上述の実施形態においては、第 2 搬送体 8 1 は大気圧下に設置しているが、減圧状態下に設置しても良く、減圧状態下に設置することにより、CMP 処理室から減圧乾燥室までのウェハ W の搬送時における銅の自然酸化をより確実に抑制することができる。

【 0 0 5 8 】

また、上述の実施形態においては、銅形成工程をスパインコート法によって行っているが、電解めっき法、無電解めっき法、CVD 法やスパッタ法で成膜することもできる。

【 0 0 5 9 】

また、上述の実施形態では、基板として半導体ウェハを例にあげて説明したが、液晶装置用の基板に適用することができる。すなわち、銅などの酸化されやすい膜が形成された基板を洗浄し、乾燥した後、酸化されやすい膜上に窒化珪素膜などの何らかの膜を形成する場合に適用でき、乾燥工程を減圧下で行い、乾燥工程から成膜工程までの間の基板の搬送を減圧下で行うことにより、酸化されやすい膜の自然酸化を確実に抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

【発明の効果】

本発明では、銅などの酸化されやすい膜が形成された基板を洗浄し、乾燥した後、酸化されやすい膜上に窒化珪素膜などの絶縁膜を形成する場合、乾燥工程を減圧下で行い、乾燥工程から成膜工程までの間の基板の搬送を減圧下で行うこと

により、酸化されやすい膜の自然酸化を確実に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係る成膜装置の平面図である。

【図 2】

図 1 に示した成膜装置の一部を構成する減圧乾燥室の斜視図である。

【図 3】

デュアルダマシン工程を経て製造される半導体素子の製造プロセスを説明する図である。

【図 4】

図 3 で説明した各製造プロセス工程における半導体素子の断面図（その 1）を示すものである。

【図 5】

図 3 で説明した各製造プロセス工程における半導体素子の断面図（その 2）を示すものである。

【図 6】

図 3 で説明した各製造プロセス工程における半導体素子の断面図（その 3）を示すものである。

【図 7】

CVD 装置の概略断面図である。

【符号の説明】

W…ウェハ

1…成膜装置

20…銅形成処理室

30…CMP 処理室

40a～40c…減圧乾燥室

44…供給管

45…排気管

46…第 3 搬送体

5 0 …待機室

6 0、7 0 …C V D 装置

1 0 0 …ロードロック室

1 1 1、1 1 2、1 1 3 …ゲートバルブ

1 2 0 …洗淨処理室

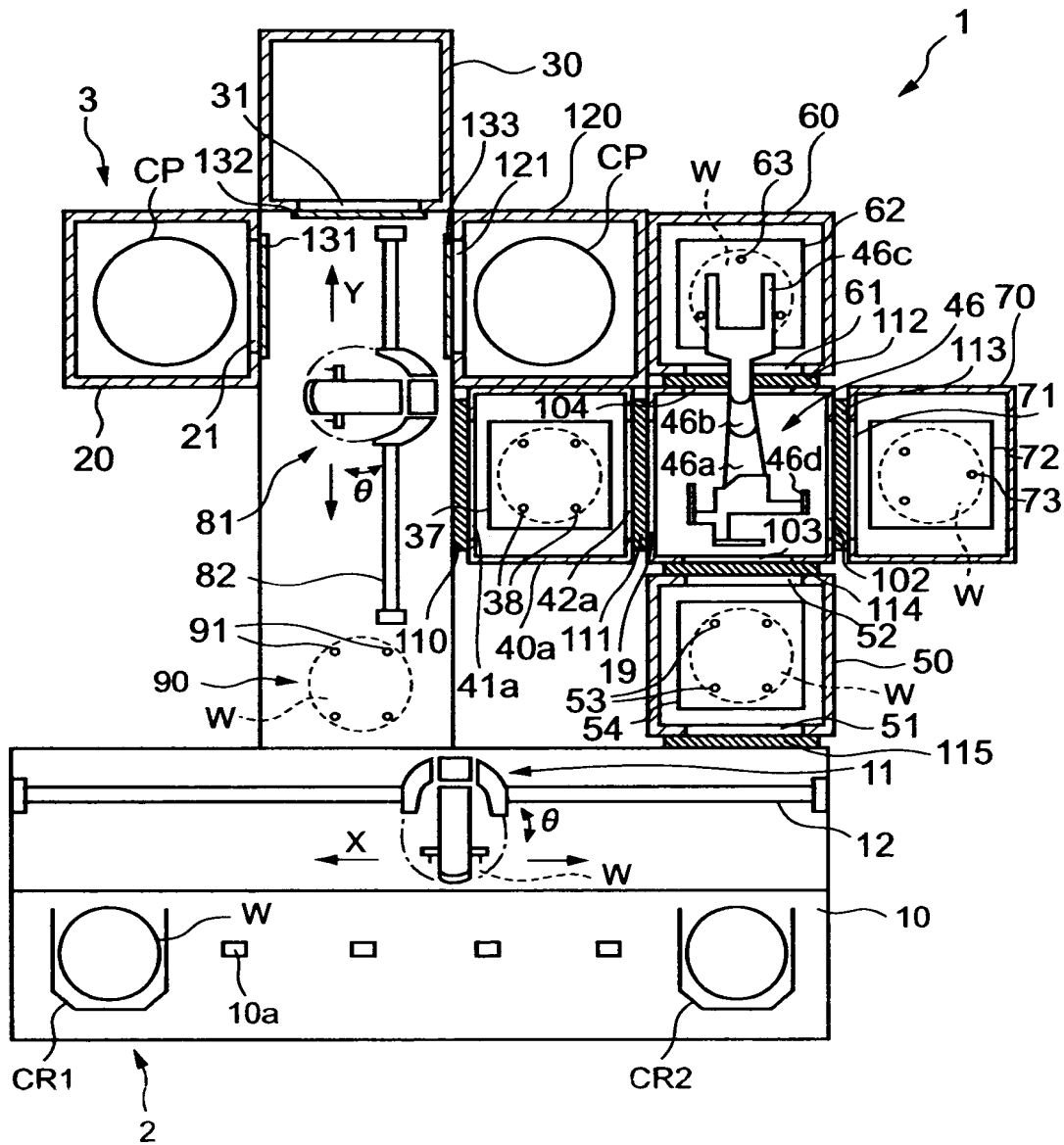
2 0 7 …銅膜

2 1 0 …配線用凹部

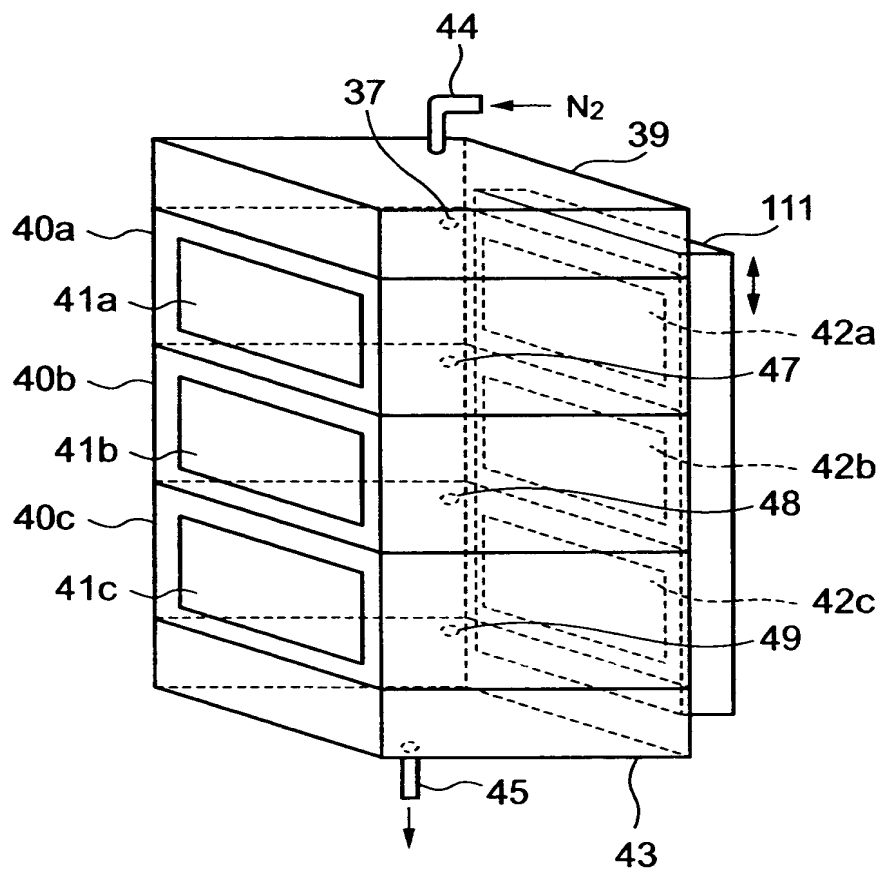
2 1 1 …接続プラグ用凹部

【書類名】 図面

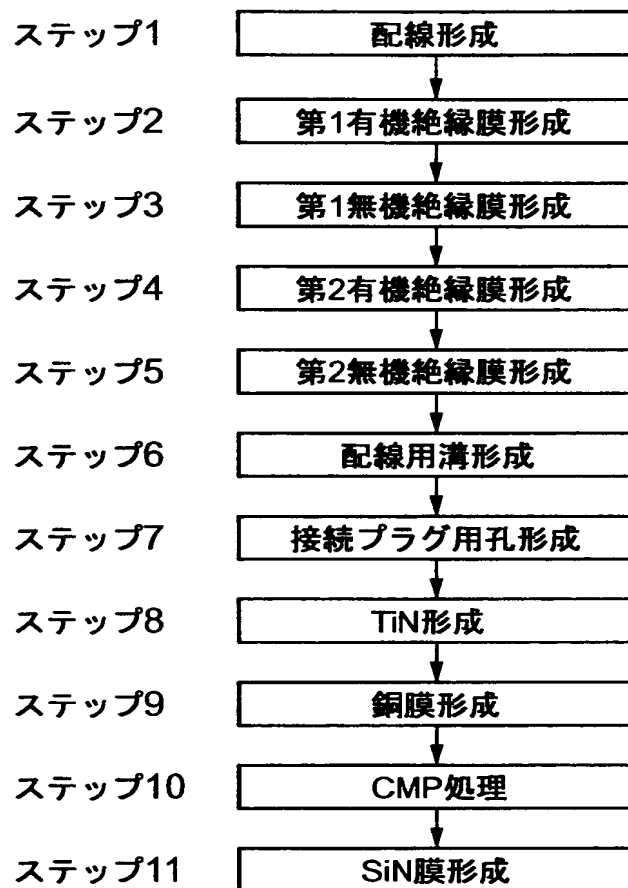
【図 1】



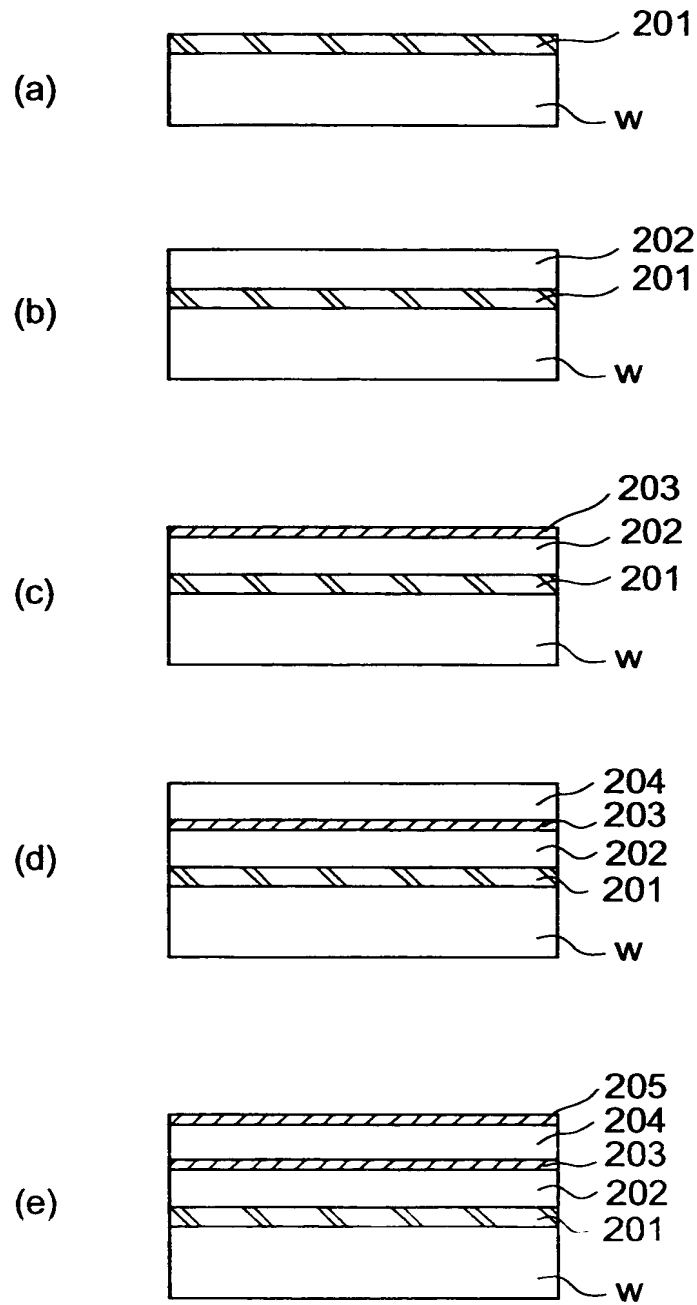
【図 2】



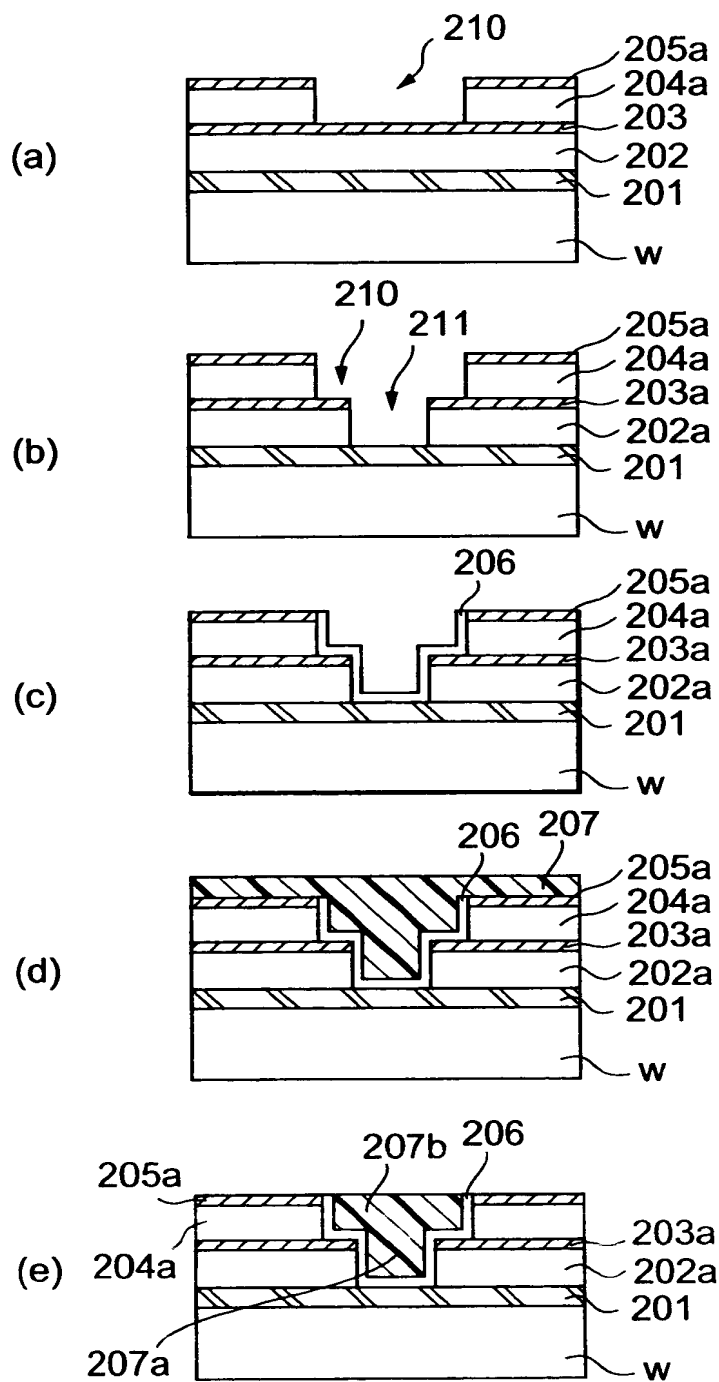
【図 3】



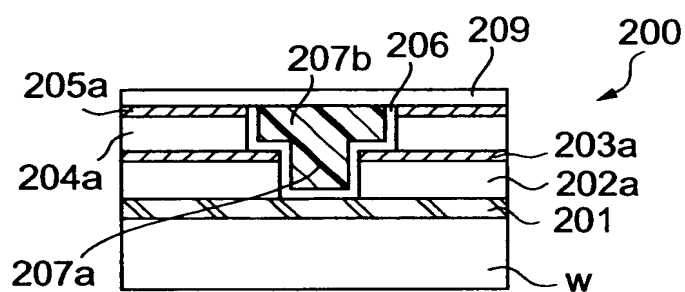
【図 4】



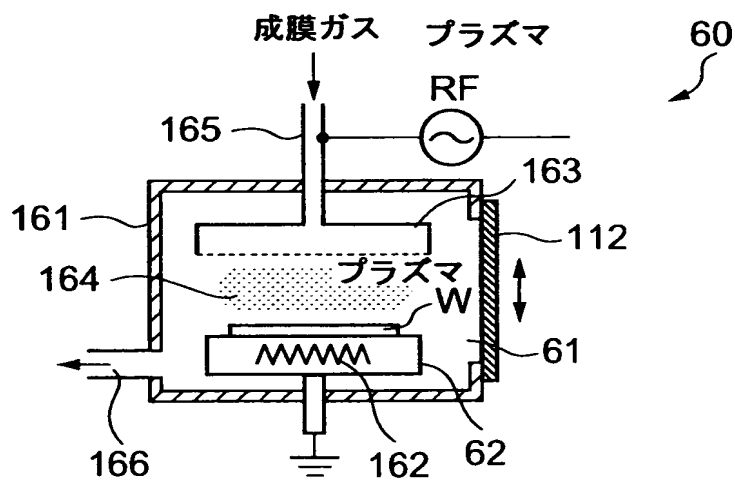
【図 5】



【图 6】



【图 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダマシン工程を用いて絶縁膜中に導電層を製造する方法において、導電性材料の酸化を極力防止することができる成膜装置及び成膜方法を提供する。

【解決手段】 成膜装置 1 では、銅形成処理室 2 0 にてウェハ W 上に銅膜を形成した後、CMP 処理室 3 0 にて CMP 処理がウェハ W に施される。CMP 処理後、ウェハ W は、洗浄処理室 1 2 0 にて洗浄処理され、減圧乾燥室 4 0 a にて減圧乾燥される。減圧乾燥処理されたウェハ W は、減圧状態で C V D 装置 6 0 及び 7 0 へ搬入されるので、ウェハ W 上に形成された銅膜の自然酸化は確実に抑制される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 1 4 6 3 1 4
受付番号	5 0 0 0 0 6 1 3 3 7 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 2 年 5 月 1 9 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 5月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社